

**SVEU ILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATI KI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK**

**ŠUME MANGROVA
MANGROVE FORESTS
SEMINARSKI RAD**

Nives Pongrac

Preddiplomski studij biologije
(Undergraduate Study of Biology)

Mentor: doc. dr. sc. Kružić Petar

Zagreb, 2011.

SADRŽAJ

1. UVOD	2
2. GEOGRAFSKA RASPROSTRANJENOST	3
3. BILJNE I ŽIVOTINJSKE VRSTE U ŠUMAMA MANGROVA.....	5
3.1. ZONACIJA MANGROVA.....	5
3.2. ŽIVOTINJSKE VRSTE.....	6
4. ADAPTACIJA NA EKSTREMNE UVJETE.....	8
4.1. SALINITET	8
4.2. MANJAK KISIKA.....	9
4.3. TEMPERATURA	10
4.4. MANJAK HRANJIVIH TVARI.....	10
5. REPRODUKTIVNE ADAPTACIJE	11
6. SAŽETAK.....	13
7. SUMMARY	14
8. LITERATURA.....	15

1. UVOD

Šume mangrova su jedan od najproduktivnijih ekosustava na Zemlji. Pojam mangrova odnosi se na skupinu biljnih vrsta iz dvadesetak porodica, a dominiraju rodovi *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Senneratia* i *Avicennia*. Objedinjene su pod jednim imenom jer su se prilagodile izrazito specifičnom tipu staništa u kojem vladaju ekstremni uvjeti. Razvile su prilagodbe na visok salinitet, promjenu razine mora, anoksiju, manjak hranjivih tvari i temperaturne ekstreme. Šume mangrova razvijaju se na muljevitim podlogama uz obale, posebno u zaljevima i estuarijima. Variraju od grmolikih oblika do stabala visokih i do 60 metara.

Iako su se adaptirale na uvjete koji vladaju u zoni plime i oseke, ekstremne vrijednosti pojedinih imbenika mogu negativno utjecati na rast, reprodukciju i preživljavanje mangrova. Pod adaptacijama se podrazumijevaju genetički uvjetovane značajke koje pojačavaju sposobnost organizma da se nosi sa izazovima okoline u kojoj živi. One uz adaptacije pokazuju i određen stupanj aklimatizacije. Aklimatizacije su promjene u fenotipu koje se javljaju kao odgovor na promjene okoline u kojoj se nalaze.

Šume mangrova su u prošlosti smatrane bezvrijednim i niskoproduktivnim sustavima. Danas su ugrožene zbog pretjeranog iskorištavanja i uništavanja zbog uzgoja rakova i riba, krčenja za dobivanje materijala i još niz drugih stvari. Osim što pružaju skrovište mnogim životinjama, one su izuzetna obrana od utjecaja valova, vjetra, promjene razine mora. Stabiliziraju obalu te djeluju kao filter prema unutrašnjosti pošto žive u zoni plime i oseke, na granici dva različit svijeta gdje nijedne druge biljne vrste ne mogu tako dobro opstati.

2. GEOGRAFSKA RASPROSTRANJENOST

Šume mangrova razvijaju se u tropskim i suptropskim područjima unutar 30 stupnjeva geografske širine s obje strane ekvatora. Prisutne su uz obale Azije, Australije, Afrike i Amerike no najveća bioraznolikost je u jugoistočnoj Aziji odakle se i smatra da su potekle (Sl. 1.). Pomoću propagule mogle su se morskim strujama rasprostraniti na ostale kontinente. Propagula je struktura, tj. sjemenac za rasprostranjivanje mangrova. Sjemenke se razvijaju u sjemenke na roditeljskoj biljci te su ovisni o njoj određeno vrijeme.



Slika 1. Karta rasprostranjenosti mangrova

(<http://www.friendsofmangrove.org.my>)

U biogeografskom smislu šume mangrova možemo podijeliti na isto nu i zapadnu grupu. Isto na grupa obuhva a Australiju, jugoisto nu Aziju, Indiju, isto nu Afriku te zapadnu obalu Pacifika. Zapadna grupa obuhva a zapadnu Afriku, Karibe, Floridu, Južnu Ameriku te pacifi ku obalu Sjeverne Amerike. Isto na grupa je puno bogatija vrstama (40) od zapadne grupe u kojoj nalazimo tek 8 vrsta.

One se najbolje razvijaju u zaljevima i estuarijima. Primjer su rijeke Ganges u Bangladešu, Fly River na Papuo Novoj Gvineji te delta rijeke Mekong u Vijetnamu.

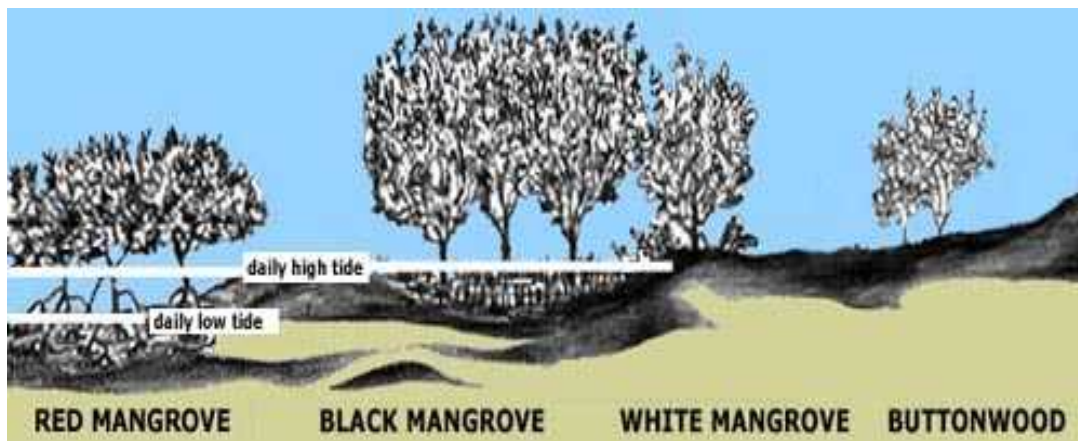
Glavni imbenici koji utječu na rasprostranjenost mangrova su klima, salinitet, plima i oseka, tip sedimenta i energija valova. Pogoduje im tropska klima sa mnogo padalina i ne podnose niske temperature. Salinitet nema toliko važnu ulogu u njihovoj distribuciji, jer veća inačica može živjeti i u slatkim vodama ali na tim staništima nisu dovoljno dobri konkurenti pa ih slatkovodne vrste istisnu. Isto tako visoki salinitet uz ostale imbenike eliminira druge vrste koje ne mogu rasti na područjima na koja su se mangrove izuzetno dobro prilagodile.

Unatoč adaptacijama previsoki salinitet negativno djeluje na rast i razvoj mangrova. Zato žive u zoni plime i oseke jer promjena razine mora smanjuje salinitet ispod njihove tolerancije.

3. BILJNE I ŽIVOTINJSKE VRSTE U ŠUMAMA MANGROVA

3.1. Zonacija mangrova

Zbog izraženog gradijenta okolišnih imbenika dolazi do prostorne varijacije vrsta koje se rasporede po zonama. Svaka vrsta je prilagođena na svoje na dane uvjete okoliša što uzrokuje njihov različit prostorni raspored (Sl. 2.). Pošto se šume mangrova razvijaju u zoni plime i oseke razlike se uo lživije. Zonacija je uzrokovana promjenama razine mora, poplavljenost u tla i salinitetom.



Slika 2. Zonacija mangrova (preuzeto s www.flmnh.ufl.edu)

Crvena mangrova predstavljena vrstom *Rhizophora mangle* je prva do mora, jer je najotpornija na visoki salinitet. Korijenje crvene mangrove ublažuje utjecaje okoline te nakon nje slijedi crna mangrova (*Avicennia germinans*). Za crnu mangrovu karakteristične su pneumatofore koje rastu okomito iz vodoravnih korijena. Najdalje od vode nalazi se zona bijele mangrove (*Laguncularia racemosa*). Na kraju dolazi tzv. drvo gumb (buttonwood, *Conocarpus erectus*). One se ne smatraju pravim mangrovama, jer nisu otporne na visoki salinitet, nisu viviparne niti imaju specijalizirano korijenje.

3.2. Životinjske vrste

Šume mangrova svojim bogatim i raznolikim sustavom korijena te visokim krošnjama mnogim organizmima pružaju utočište, stanište te mjesto za lov i hranjenje. Sustav mangrova se temelji na detritusnom tipu hranidbene mreže. Otpalo lišće razgrađuju detritivori i time se produktivnost povećava.



Slika 4. *Periophthalmus gracilis*

(<http://en.wikipedia.org>)



Slika 3. Spužve

(<http://underwater.com.>)

Staništa u šumama mangrova možemo podijeliti na nekoliko tipova. Uz dno u muljevitom pijesku nalazimo mnoge ribe i rakove. I te životinje su razvile svoje prilagodbe. Npr. riba *Periophthalmus gracilis* ima preinačene peraje za kretanje po muljevitom dnu za vrijeme oseke (Sl. 3.). Druge pak vrste životinja mogu izlaziti iz vode te se penjati po korijenju u potrazi za hranom. Na drugom tipu staništa, površini debela i korijenja nalazimo sesilne životinje kao što su spužve (Sl. 4.), različite školjkaše, priljepke te rakove. Zabilježena je velika raznolikost života u ovoj zoni, jer i pužinske vrste koriste mangrove kao skloništa za svoje potomke te mjesto za lov. Treći tip staništa su krošnje drveća koje su dom mnogim pticama (*Amazona brasiliensis*), gmazovima (*Boiga dendrophila*) (Sl. 5.) i šišmišima (*Pteropus poliocephalus*) (Sl. 6.).



Slika 5. *Boiga dendrophila*

(<http://www.anettemossbacher.com>)



Slika 6. *Piteous poliocephalus*

(<http://fluffyfeathers.com>)

4. ADAPTACIJA NA EKSTREMNE UVJETE

U zoni plime i oseke, gdje su se mangrove razvile, djeluje itav niz ekstremnih vrijednosti okolišnih imbenika. Zato su one razvile fiziološke i morfološke adaptacije. Imbenici koji limitiraju rast mangrova su intenzivna poplavljanja tla, hipersalinitet, temperaturni ekstremi, manjak hranjivih tvari i kisika te visok intenzitet osvjetljenja. Unato mnogim prilagodbama propagule su najosjetljivije na takve okolišne ekstreme, a to je najkritičnija faza, jer o njoj ovisi opstanak i širenje populacije. Juvenilna faza je najposobnija za aklimatizaciju, a u odrasloj fazi imbenici okoline djeluju na asimilacijske procese, formiranje ploda i razvoj propagula.

Otpornost na stres mangrove postižu pomoću dva tipa strategija; tolerancija i izbjegavanje stresa. Općenito su strategije izbjegavanja stresa uspješnije.

4.1. Salinitet

U zoni plime i oseke salinitet može jako varirati. Većina vrsta mangrova su fakultativni halofiti. Pogoduje im niži salinitet, ali dominiraju na slanim staništima, jer su slabi kompetitori na neslanim. Visoki salinitet negativno utječe na rast i razvoj mangrova, jer može doći i do dehidracije, dok previsoke koncentracije iona natrija i klora mogu djelovati toksično i inhibiraju enzime i sintezu proteina.

Mangrove su razvile nekoliko strategija koje im pomažu da se nose sa promjenama saliniteta ili općenito višim salinitetom.

Izlučivanje soli u obliku koncentrirane otopine soli kroz listove prisutno je kod većine vrsta. Solne žlijezde nalaze se na površini listova te uklanjaju NaCl iz mezofilnih stanica. To je aktivan proces. Solne žlijezde imaju vrste rodova *Acanthus*, *Avicennia* i *Aegilitis*.

Izlučivanje soli ultrafiltracijom nalazimo kod rodova *Rhizophora*, *Bruguiera* i *Ceriops*. Ioni se isključuju zahvaljujući niskoj propusnosti membrane korijena za njih. Na taj način one dopuštaju ulazak samo oko 10% od ukupne koncentracije soli u svojoj okolini.

Halofitnom sukulencijom se smanjuje koncentracija soli tako da se poveća sadržaj vode u tkivima. Takav način prilagodbe nalazimo kod vrste *Laguncularia racemosa* koja nema solne žlijezde.

Neke vrste **akumuliraju soli** u kori stabla i korijena ta u starijim listovima.

Vrsta *Aegiceras corniculatum* uz još neke razvila je **pohranjivanje soli u vakuoli**. Važna je sinteza osmolita koji povećava osmotski tlak citosola da se održi ravnoteža između vakuole i citosola.

4.2. Manjak kisika

Tlo je poplavljeno i dolazi do akumulacije fototoksina. Potrošnja kisika je velika zbog razgradnje otpalog lišća i uginulih organizama. Potrošeni kisik se ne može dovoljno brzo nadomjestiti. Mikroorganizmi u tlu ne koriste kisik kao krajnji akceptor elektrona nego neki drugi oksidirani anorganski spoj. Spojevi koji nastaju u tim reakcijama mogu biti toksični.

U anaerobnim uvjetima odvija se samo glikoliza. Tim procesom se dobiva puno manje energije nego aerobnim disanjem. Zato su prilagodbe na manjak kisika veoma bitne. Mangrove imaju razvijene različite tipove korijena koji omogućuju prozračivanje ili/ili osiguravaju stabilnost biljke.

Zračno korijenje razvija se iznad površine i omogućava opskrbu kisikom onim dijelovima biljke koji su u anaerobnim uvjetima. Razvoj **aerenhima** u području korijena također omogućava transport kisika iz dijelova biljke koji su izloženi zraku do onih koji nisu. Taj transport omogućavaju mešurasti prostori u korijenu ispunjeni zrakom. **Lenticele** na zračnom korijenju omogućuju opskrbu korijena kisikom.

Pneumatofore su uspravni dijelovi korijenovog sistema koji su u kontaktu sa atmosferom barem jedan dio dana. Karakteristične su za rodove *Avicennia*, *Sonneratia* i *Laguncularia*.

Potporno korijenje karakteristično za rod *Rhizophora* su razgranati nastavci nižih grana. Slično je **štakasto korijenje** roda *Bruguiera* i *Ceriops*.

4.3. Temperatura

Mangrove su izložene visokim temperaturama i imaju različite mehanizme kojima izbjegavaju oštećenja ili podnose takve ekstremne temperature. Mogu mijenjati orijentaciju listova u najpovoljniji položaj (heliotropizam). Imaju listove prekrivene dlakama i voskom koji reflektiraju svjetlost, evaporativno hlađenje transpiracijom i rastu u zasjenjenim područjima. Također su prisutni proteini koji su otporni na visoke temperature ili sintetiziraju tvari koje štite proteine od oštećenja.

4.4. Manjak hranjivih tvari

U šumama mangrova protok hranjivih tvari ovisi o asimilaciji biljaka i mikrobiološkoj razgradnji. Koncentracije dušika i fosfora su niske pa su mangrove razvile različite mehanizme koncentriranja hranjivih tvari. Npr. fotosintetski mladi listovi sadrže puno više hranjivih tvari od senescentnih listova jer se iz njih povlače te tvari prije nego otpadnu.

5. REPRODUKTIVNE ADAPTACIJE

Jedna od najistaknutijih prilagodbi mangrova je razvoj propagule - neobične strukture za rasprostranjivanje. Nakon oprašivanja i oplodnje nastale diaspore rasprostranjuju se vodom. Viviparija označava rođenje živih potomaka. Kod mangrova to znači da ono što napušta roditeljsku biljku nije sjemenka ni plod već sijanac. Nakon oplodnje sjemenke se razvijaju u sijance odnosno propagule koje ostaju na matičnoj biljci i ovisne su o njoj i do nekoliko mjeseci.

Kada se sjemenka razvije neće odmah proklijati. Nakon stanih dioba, razvoja embrija i tkiva endosperma, sjemenka ulazi u drugu fazu, fazu dormancije. Tada dolazi do prestanka stanih dioba te dehidracije. Dormancija omogućava sjemenkama da se počinju razvijati tek kada su uvjeti najpovoljniji za razvoj. Sjemenke toleriraju dehidraciju. Apscizinska kiselina (ABA) potiče i održava dormanciju. Kod viviparnih vrsta mangrova u propagulama je znatno niža razina apscizinske kiseline nego u ostatku biljke. Propagula ne dehidrira, nije dormantna, stanih diobe se nastavljaju te se produžuju embrionska vrećica i kotiledoni. Unatoč tome, korjenici se ne razvijaju dok se propagula nalazi na roditeljskoj biljci. Kada propagula napušta roditeljsku biljku nije dormantna niti otporna na isušivanje. Pošto su u tropskom pojasu uvjeti relativno stalni otpornost na isušivanje i nije neka prednost.

Viviparija je najizraženija u vrsta roda *Rhizophora*. Sijanac počinje aktivno sintetizirati još dok je na matičnoj biljci ali je i dalje ovisan o njoj. Kod vrste *Rhizophora mucronata* iz JI Azije propagula može biti duga i do jedan metar (Sl. 7.). Rodovi *Aegiceras* i *Avicennia* imaju sličan način reprodukcije koje se naziva kriptoviviparija. Embrio se razvija na roditeljskoj biljci, ali hipokotil ne probija perikarp ploda, za razliku od viviparnih vrsta, već ostaje skriven.



Slika 7. *Rhizophora mucronata*

(<http://wiki.trin.org.au>)

Ve i sijanci imaju ve u stopu preživljavanja. Brže potonu i more ih ne e daleko odnijeti. Time se pove a vjerojatnost zakorjenjivanja na povoljnom podru ju. Zakorjenjivanje, respiracija i rast propagula u po etku su mogu i zbog zaliha škroba pa tada nisu ovisni o vlastitoj fotosintetskoj aktivnosti.

Viviparija i kriptoviviparija predstavljaju veliko ulaganje roditeljskih biljaka u potomstvo. One mogu do odre ene granice to kontrolirati, tj. mogu sprije iti vivipariju ograni enjem opskrbe embrija vodom ili pove anjem razine apscizinske kiseline u embriju.

Sve propagule imaju sposobnost plutanja. Plutaju dovoljno dugo dok se ne odmaknu od roditeljske biljke, a opet da ostanu u blizini u sli nim uvjetima. Salinitet igra ulogu u rasprostranjivanju. Vrste kojima odgovara viši salinitet dulje e zadržat sposobnost plutanja u vodi nepovoljnog saliniteta. To omogu a da se propagula ukorijeni na najpovoljnijem podru ju i time pove a šansu za opstanak. Na kraju gube sposobnost plutanja, tonu i razvijaju korijen.

6. SAŽETAK

Pojam mangrove odnosi se na kategoriju biljaka koji objedinjuje vrste prilagođene na slana staništa koja su periodički poplavljena. Šume mangrova rastu u tropskim i suptropskim područjima, a najobilnije su razvijene na obalama Azije, Afrike i Južne Amerike.

U šumama mangrova dolazi velik broj biljnih i životinjskih vrsta. Šume im služe kao dom ili sklonište. Od biljnih vrsta samo se njih 54 iz 16 porodica smatra pravima mangrova vrstama koje se vrlo rijetko javljaju izvan tipičnih staništa mangrova.

Pošto rastu na specifičnim staništima uz obale i estuarije, posjeduju mnoge prilagodbe na visoki salinitet, anoksiju, česta poplavljivanja što im omogućuju život u takvim ekstremnim uvjetima. Svaka vrsta prilagođena je u većoj ili manjoj mjeri na te uvjete, što uvjetuje zonaciju vrsta na obalama.

Šume mangrova su izuzetno značajni ekosustavi. Visoko su produktivni, pružaju dom i zaštitu mnogim organizmima. Štite obalna područja od jakih vjetrova, utjecaja valova i poplavljivanja. Također sprječavaju eroziju sedimenta svojim složenim sustavom korijena i održavaju kakvoću vode.

Šume mangrova su jedan od najugroženijih tropskih ekosistema. Više od 35% šuma je uništeno, a to je najviše izraženo uz razvijena obalna područja u Indiji, Vijetnamu i na Filipinima. Zbog sve većeg negativnog antropogenog utjecaja i iskorištavanja treba uložiti puno truda u očuvanje ovako vrijednog ekosistema.

7. SUMMARY

The term mangrove refers to a category of plants that are adapted to environments that have high salinity and are periodically flooded. Mangrove forests grow in tropical and subtropical areas and they are most abundant on the coasts of Asia, Africa and South America.

In the mangrove forests we find a great number of animal and plant species. The forests serve as a home or shelter. Out of plant species only 54 of them from 16 families are considered true mangrove species that are rare outside of typical mangrove environments.

Since they grow in specific environments by the coasts and estuaries, they have many adaptations to high salinity, anoxia and frequent floodings which allows them to live in such extreme environments. Every species is adapted somewhat better or worse to that conditions, which determines zonation of species on the coasts.

Mangrove forests are extremely important environments. They are highly productive, they offer a home and protection to many organisms. They protect the coastal regions from strong winds, waves and floods. They also prevent erosion of sediments with their complex rooting system and they maintain the quality of water.

Mangrove forests are one of the most endangered tropical ecosystems. More than 35% of the forests is destroyed, which is best seen on developed coastal regions of India, Vietnam and Philippines. Due to increasingly negative anthropogenic influence and exploitation, high efforts are needed to preserve this precious ecosystem.

8. LITERATURA

Feller, I.; Sitnik, M. (1996): Mangrove Ecology: A Manual for a Field Course. Smithsonian Institution, Washington DC

Hogarth, P. (2007): The Biology of Mangroves and Seagrasses. Oxford University Press Inc., New York

Pevalek-Kozlina, B. (2003): Fiziologija bilja. Profil International, Zagreb

<http://mangroveactionproject.org>

<http://www.marietta.edu/~biol/biomes/mangroves.htm>